

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-214078

(P2004-214078A)

(43) 公開日 平成16年7月29日(2004.7.29)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H01M 8/04

// H01M 8/10

F I

H01M 8/04

H01M 8/04

H01M 8/10

X

K

テーマコード (参考)

5H026

5H027

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-1067 (P2003-1067)

(22) 出願日 平成15年1月7日(2003.1.7)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(74) 代理人 100083806

弁理士 三好 秀和

(74) 代理人 100068342

弁理士 三好 保男

(74) 代理人 100100712

弁理士 岩▲崎▼ 幸邦

(74) 代理人 100087365

弁理士 栗原 彰

(74) 代理人 100100929

弁理士 川又 澄雄

(74) 代理人 100095500

弁理士 伊藤 正和

最終頁に続く

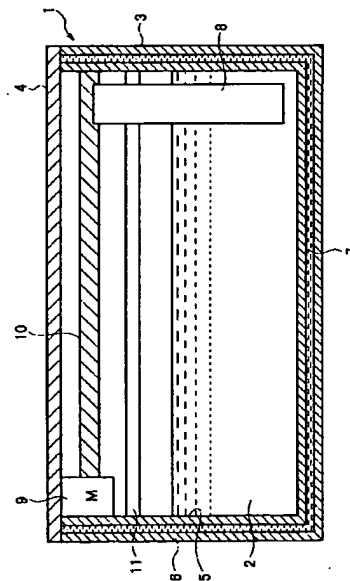
(54) 【発明の名称】 純水タンク装置及びこれを用いた燃料電池システム

## (57) 【要約】

【課題】 貯留する水が凍結して氷となったときに、ヒータの熱を効果的に氷に伝達して、氷の解凍を速やかに行えるようにした純水タンク装置及びこれを用いた燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 可動ヒータ8を貯水槽1内で移動可能に配設する。また、貯水槽1の貯水部3の外周壁を内壁5と外壁6とからなる2重構造とし、その間に不凍液7を充填する。そして、貯水槽1内に貯留されている純水2が凍結して氷12となったときには、可動ヒータ8と内壁5でこの氷12を挟み込むようにして、可動ヒータ8に組み込まれたヒータからの熱を氷12に伝達し、氷12を解凍する。氷12の解凍が進行して氷12が小さくなったら、これに従って可動ヒータ8を移動させて可動ヒータ8と移動方向側の内壁5の間の間隔を狭め、未解凍の氷12が可動ヒータ8に常に接触するようにする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

純水の貯留と解凍を行う純水タンク装置であって、  
外周壁が内壁と外壁とからなる２重構造とされ、これら内壁と外壁の間に不凍液が充填されてなる貯水槽と、  
前記貯水槽内の貯水領域を移動する可動ヒータとを備え、  
前記貯水槽内の貯水領域に貯留される純水が凍結して氷となった場合に、前記可動ヒータからの熱で前記氷を解凍し、解凍の進行に従って、前記可動ヒータとこれに対向する移動方向側の貯水槽の外周壁との間隔が狭められることを特徴とする純水タンク装置。

## 【請求項 2】

前記外周壁のうちの内壁と一体化して純水の出口が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の純水タンク装置。

## 【請求項 3】

前記可動ヒータが氷の解凍に伴い移動した変位量をモニタする検出手段が設けられ、  
前記変位量をモニタすることにより氷の残量が検知されることを特徴とする請求項 1 に記載の純水タンク装置。

## 【請求項 4】

前記可動ヒータが氷の解凍に伴い移動した変位量をモニタする検出手段が設けられ、  
前記変位量をモニタし、変位量に応じて可動ヒータの下方から順次発熱量が低下するように設定することを特徴とする請求項 1 に記載の純水タンク装置。

## 【請求項 5】

前記可動ヒータの停止点が２箇所に設けられ、  
前記可動ヒータが何れの停止点に位置するかにより当該可動ヒータの移動方向が決定されることを特徴とする請求項 1 に記載の純水タンク装置。

## 【請求項 6】

前記２重構造を有する外周壁内の不凍液を加熱するブロックヒータが取り付けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の純水タンク装置。

## 【請求項 7】

燃料電池と、この燃料電池を加湿するための純水を貯蔵する純水タンク装置とを有する燃料電池システムにおいて、  
前記純水タンク装置が、  
外周壁が内壁と外壁とからなる２重構造とされ、これら内壁と外壁の間に不凍液が充填されてなる貯水槽と、  
前記貯水槽内の貯水領域を移動する可動ヒータとを備え、  
前記貯水槽内の貯水領域に貯留された純水が凍結して氷となった場合に、前記可動ヒータからの熱で前記氷を解凍し、解凍の進行に従って、前記可動ヒータとこれに対向する移動方向側の外周壁との間隔が狭められることを特徴とする燃料電池システム。

## 【請求項 8】

前記不凍液は、燃料電池冷却用の不凍液が一部分岐されて供給されることを特徴とする請求項 7 に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 9】

前記内壁と外壁の間に充填された不凍液を循環して暖機する暖機用循環経路を有することを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池システム。

## 【請求項 10】

前記不凍液を加熱するヒータが前記貯水槽の外周壁に設置されていることを特徴とする請求項 8 に記載の燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、純水を貯留するための純水タンク装置及びこれを用いた燃料電池システムに関

10

20

30

40

50

するものであり、特に、貯留する純水が凍結した際に、その解凍を速やかに行うための解凍機構の改良に関する。

【0002】

【従来の技術】

燃料電池システムに用いられる燃料電池としては、例えば自動車に搭載する上で好適なものとして、固体高分子タイプの燃料電池が知られている。固体高分子タイプの燃料電池は、水素極と空気極との間に電解質膜として固体高分子膜が設けられたものである。前記固体高分子タイプの燃料電池では、水素極で水素ガスが水素イオンと電子とに分離される反応が起き、空気極で酸素ガスと水素イオンと電子とから水を生成する反応が行われる。このとき、固体高分子膜がイオン伝導体として機能し、水素イオンは固体高分子膜を空気極 10  
に向かって移動することになる。

【0003】

前記固体高分子電解質型燃料電池においては、固体高分子膜は、飽和含水することによりイオン伝導性電解質として機能するとともに、水素と酸素とを分離する機能も有する。固体高分子膜の含水量が不足すると、イオン抵抗が高くなり、水素と酸素とが混合して燃料電池としての発電ができなくなってしまう。そこで、固体高分子膜に外部から水分を供給して積極的にこれを加湿する必要がある、電解質自体を加湿したり、供給される水素を加湿する等、通常の燃料電池システムでは固体高分子膜を加湿するための何らかの加湿手段が設けられている。

【0004】

通常、この種の加湿手段としては、純水タンク内に加湿用の純水を貯留しておき、必要量の純水を純水タンク内から加湿器や燃料電池に供給するという構成が採用されている。ここで注意すべきは、純水タンク内の純水の凍結である。例えば、燃料電池自動車の動力源として前記固体高分子電解質型燃料電池を用いた場合、寒冷地等での使用等も予想される。このとき、氷点下以下になると、純水タンク内に貯留された加湿用の純水が凍結してしまい、加湿器や燃料電池に必要な量の純水が供給されず、燃料電池の円滑な始動が困難になる。したがって、前記加湿手段においては、寒冷地での使用等を考慮して、起動時に純水タンク内で凍結した純水を速やかに解凍する技術が必要になる。

【0005】

そこで、この水タンク内の水の凍結に対する対策が各方面で検討されており、例えば、純水タンクの内壁を暖機して排ガスの熱エネルギーを凍結水に与え、氷を解凍する方法（例えば、特許文献1等を参照。）や、純水タンク内に直接ヒータを配置して氷を解凍する方法等が知られている。

【0006】

【特許文献1】

特開平8-273689号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

前述の通り、極低温の環境下においては、燃料電池を加湿するための純水が凍結することが予想され、燃料電池の正常な作動のためには、これを速やかに解凍する必要がある。その対策として、特許文献1に記載されているように純水タンクを内壁を暖機することや、純水タンク内に直接ヒータを配置することが行われているが、従来構造の純水タンクでは解凍が必ずしも効率的に行われておらず、素早い解凍、素早い起動の妨げになっている。

【0008】

例えば、従来の純水タンクでは、解けた水がタンク壁面と氷の間で邪魔をして熱が伝わり難くなり、氷の解凍が完了するまでに余分な時間及びエネルギーが費やされるという問題がある。すなわち、従来構造の純水タンクでは、加熱手段により壁温 $T_w$ （℃）に加熱された加熱壁と、表面が0（℃）になっている氷との間に、解凍により生じた水が介在することになる。ここで、水の熱抵抗は氷の3～4倍であり、加熱壁から氷への熱移動が阻害される。また、解凍現象は非定常であるため、水の顕熱として費やされる熱量も存在し、 50

この点からも氷表面に到達する熱量が減少する。したがって、解凍スタート直後は例えばヒータから氷への熱伝達効率も高いが、ヒータと氷の間に水の膜が生ずると、熱伝達効率が下がり氷の解凍時間が長くなる。

【0009】

燃料電池自動車では、極低温の環境下においても素早い起動が望まれ、そのためには、純水タンク内の氷を効率良く解凍し、素早く燃料電池システムに供給可能とすることが必要である。氷の解凍時間を短くするためには、ヒータの面積を大きくすることも考えられるが、ヒータ面積を大きくするとヒータ自体の体積が大きくなるので、純水タンク内の純水が占める容積率が低くなったり、純水タンクを大きくする必要が生ずる等の問題が残る。

【0010】

本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、凍結した氷を解凍する際に、ヒータと氷との間の水を排除してヒータの熱を有効に氷に伝えることができ、ヒータ面積を大きくしなくとも速やかに氷の解凍を進行し得る純水タンク装置を提供することを目的とし、また、このような純水タンク装置を用いることで、極低温時にも速やかに起動することが可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

前述の目的を達成するために、本発明の純水タンク装置は、外周壁が内壁と外壁とからなる2重構造とされ、これら内壁と外壁の間に不凍液が充填されてなる貯水槽と、この貯水槽内の貯水領域を移動する可動ヒータとを備え、可動ヒータとこれに対向する外周壁との間の間隔が可変とされた構造となっている。そして、貯留する純水が凍結して氷となった場合に、可動ヒータからの熱で氷を解凍し、解凍の進行に従って、可動ヒータとこれに対向する移動方向側の外周壁との間隔を狭めるようにしている。

【0012】

これにより、可動ヒータは、解凍された水が介在されることなく直接氷に接触して、可動ヒータの熱が効果的に氷に伝達されることになる。さらに、可動ヒータと対向する貯水槽の外周壁が2重構造となっており、内壁と外壁の間に不凍液が充填されていることから、これを暖機することで氷への熱伝達効率が一層良好なものとなる。

【0013】

また、本発明の燃料電池システムは、燃料電池と、この燃料電池を加湿するための純水を貯蔵する純水タンク装置とを有している。そして、純水タンク装置として、以上のような構成の純水タンク装置が用いられている。この燃料電池システムでは、純水タンク装置において効率的に氷の解凍が進行するため、例えば起動の際に燃料電池に速やかに加湿水が供給され、極低温環境等においても円滑な始動が実現される。

【0014】

【発明の効果】

本発明の純水タンク装置では、可動ヒータが、解凍によって生じた水を介在させることなく直接氷に接触し、その熱が効果的に氷に伝達されるようになっているので、氷の解凍を効率よく行って、解凍時間を大幅に短縮することが可能である。また、解凍が完了するまでに費やされるエネルギーも必要最低限で済み、余分なエネルギーが費やされることもない。さらに、加熱手段であるヒータ自身の体積を小さくし得る構造であるので、タンク内の純水の容積率を高くすることができ、純水タンク装置の小型化を実現することができる。

【0015】

また、本発明の燃料電池システムは、以上のような純水タンク装置を備えることによって、極低温時であっても燃料電池に対して加湿水を速やかに供給することができ、短時間での円滑な起動が可能である。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した純水タンク装置及び燃料電池システムについて、図面を参照しな

10

20

30

40

50

から説明する。なお、以下で説明する純水タンク装置は、燃料電池システムにおいて、燃料電池を加湿するための加湿水を貯留し、この加湿水が凍結した場合にはそれを解凍するためのものとして有効に適用されるが、これに限らず、種々の分野における純水タンク装置としての適用が可能である。

#### 【0017】

##### (第1の実施形態)

図1は、本実施形態の純水タンク装置を示すものである。この図1に示す純水タンク装置は、貯水槽1にて純水2を貯留する構造となっており、この貯水槽1と一体に、ヒータを用いた解凍機構が設けられているものである。

#### 【0018】

貯水槽1は、純水2を貯水しておく貯水部3と上蓋4とからなり、いわゆるタンクとしての機能を有する。貯水部3の外周壁は、内壁5と外壁6とからなる2重構造とされており、これら内壁5と外壁6の間の空間には暖機促進及び冷却に利用される不凍液7が充填されている。貯水槽1に貯留される純水2の量は、純水2が凍結して体積が増加しても貯水槽1を破損しない量に設定される。

#### 【0019】

ヒータを用いた解凍機構としては、可動ヒータ8が貯水槽1内に組み込まれており、貯水槽1内の純水2が凍結して氷となった場合には、この可動ヒータ8の熱を氷に伝達して、氷の解凍を行うようになっている。

#### 【0020】

図2は、可動ヒータ8を正面から見た状態を示すものである。可動ヒータ8は、貯水槽1の純水2内に浸漬される所定の面状の熱源面8aを有し、その上方に回転軸10に挿入される幅狭の支持部8bを有する。貯水槽1には、ステップモータや低トルクモータ等の動力源9や、この動力源9によって回転駆動される回転軸10が設置されており、前記可動ヒータ8の支持部8bが回転軸10に取り付けられている。回転軸10は、外周面にウォームギヤが刻設されており、可動ヒータ8の支持部8bにはこのウォームギヤからの駆動力を受けるギヤ溝が形成されている。

#### 【0021】

また、貯水部3の両側内壁面には、それぞれ前記回転軸10に沿ってレール11が設けられている。そして、図3に示すように、このレール11に設けられた段差部11aに、可動ヒータ8の熱源面8aに設けられた凹部8cが係止されている。なお、図3は図2におけるA部を拡大して示したものである。

#### 【0022】

可動ヒータ8の熱源面8aは、平板状であってもよいし、細かい網目状であってもよい。ただし、可動ヒータ8が例えば平板状である場合には、可動ヒータ8の最下端と貯水部3の底面との間に隙間を持たせ、解凍された純水2が通過できるスペースを確保する必要がある。

#### 【0023】

以上の構成により、可動ヒータ8は、回転軸10の回転に伴ってレール11に沿って貯水槽1内の貯水領域を左右方向に移動可能とされている。すなわち、この純水タンク装置において、可動ヒータ8は、貯水槽1内の容積を左右に分割する隔壁として機能し、この可動ヒータ8が移動することによって、可動ヒータ8で仕切られた貯水槽1内の左右の容積が相補的に変化している。

#### 【0024】

そして、この純水タンク装置では、可動ヒータ8と貯水部3の内壁5とで挟まれる貯水槽1内の例えば左側の空間にて氷の解凍が行われ、解凍の進行に従って可動ヒータ8が貯水槽1内を左方向に移動することで、可動ヒータ8と貯水部3の内壁5との間の間隔が狭められるようになっている。したがって、未解凍の氷は常に可動ヒータ8と貯水部3の内壁5との間に挟み込まれて可動ヒータ8と接触することになり、可動ヒータ8に組み込まれたヒータからの熱が効果的に氷に伝達されることになる。

## 【0025】

次に、以上の構成を有する純水タンク装置において、凍結した氷を解凍する動作について説明する。

## 【0026】

まず、貯水槽1内の純水2が凍結していない定常状態においては、可動ヒータ8は貯水槽1の右側へと移動され、図1に示すように、貯水槽1内の右端に位置している。貯水槽1に貯留された純水2が凍結して氷となった場合には、可動ヒータ8に組み込まれたヒータからの熱を氷に伝達し、これを解凍する。

## 【0027】

氷の解凍が進むと、解凍によって生じた純水2が貯留槽1内に溜まるが、この純水2が可動ヒータ8と未解凍の氷との間に介在すると、可動ヒータ8と氷との接触面積が減少し、また、可動ヒータ8に組み込まれたヒータからの熱量が純水2の顕熱として消費されてしまうので、未解凍の氷にヒータからの熱を効果的に伝えることができない。

## 【0028】

可動ヒータ8と氷の間に純水2が存在した場合の熱伝導の様子を図4に模式的に示す。この図4に示すように、純水が存在すると可動ヒータ8からの熱が氷に伝わり難く、可動ヒータ8の温度 $T_w$ が有効に氷に作用していない。また、解凍の現象は非定常であるため、純水の顕熱として費やされる熱量も存在し、氷の表面に到達する熱量が減少する。この減少量は、介在する純水の厚さ（水膜厚さ）に比例する。

## 【0029】

図5は、介在する純水の水膜厚さと氷の融解量との関係を数値計算で見積もった結果を示すものである。この図5において、水膜厚さ1mmの例と、水膜厚さ2mmの例は、解凍によって生じる純水を排水することによってそれ以上の厚さにならないと仮定した場合の計算結果である。この図5の結果から、解凍によって生じる純水を排水して、水膜厚さを薄くすることで、解凍時間が大幅に短縮されることがわかる。

## 【0030】

そこで、本実施形態の純水タンク装置では、氷の解凍が進行したときには、図6に示すように、氷12の解凍の進行に従って可動ヒータ8を次第に図中左方向に移動させ、可動ヒータ8と貯水部3の内壁5で氷12を挟み込み、常にこれら可動ヒータ8と内壁5が氷12と接するようにしている。このとき、氷12の解凍によって生じた純水2は、例えば可動ヒータ8の下端と貯水部3の底面の間のクリアランスを通して可動ヒータ8の背面側、すなわち貯水槽1の右側の空間へと排出される。

## 【0031】

氷12の解凍が更に進行すると、これに伴って氷12も小さくなるが、これに応じて可動ヒータ8を次第に図中左方向に移動させて、可動ヒータ8が常に氷12と接するようにしている。ここで、氷12が全て解凍されると、可動ヒータ8は貯水部3の内壁5と接する状態となり、この時点で氷12の解凍は終了し、これ以上の移動は必要なくなる。

## 【0032】

本実施形態の純水タンク装置は、以上の動作によって、貯水槽1内の氷12を全て解凍して純水2の状態にして貯留する。そして、解凍された純水2は、例えば燃料電池を加湿するための加湿水として、燃料電池へと供給されることになる。また、貯水槽1内の純水が再度凍結した場合には、前述の動作が繰り返し行われる。

## 【0033】

以上説明したように、本実施形態の純水タンク装置によれば、貯水槽1内の純水が凍結して氷となったときには、可動ヒータ8からの熱で氷の解凍を行うようにしていると共に、解凍の進行に伴って可動ヒータ8を移動操作して、可動ヒータ8とこの可動ヒータ8の移動方向側の貯水部3の内壁5との間の間隔を狭めていき、未解凍の氷が解凍によって生じた純水が介在されることなく可動ヒータ8と常に接触するようにしているので、可動ヒータ8の熱を効率的に未解凍の氷に伝達することができ、氷の解凍を極めて効果的且つ迅速に行うことができる。

## 【0034】

また、貯水槽 1 内を移動する可動ヒータ 8 は、例えばその下端と貯水部 3 の底面との間にクリアランスが設けられているので、解凍によって生じた純水を、氷が存在する貯水槽 1 内の左側の空間とは反対側の右側の空間に効率良く移動させることができ、前述の効果を高めることができる。

## 【0035】

さらに、貯水槽 1 内に配される可動ヒータ 8 自体の体積を小さくする構造であるので、貯水槽 1 内の純水の容積率を高くすることができ、貯水槽 1 を小型化することができる。

## 【0036】

以上のような構成の純水タンク装置は、例えば車両用の燃料電池システムに適用することができる。車両用の燃料電池システムには、燃料電池の電解質膜である固体高分子膜を加湿するための加湿水を貯留する純水タンクが設けられている。この燃料電池システムの純水タンクとして、上述した構成の純水タンク装置を用いることができる。

10

## 【0037】

図 7 は、例えば燃料電池自動車に搭載される燃料電池システムの構成を示すものである。この燃料電池システムは、燃料電池自動車の駆動電力を発電する燃料電池 2 1 と、この燃料電池 2 1 に燃料である水素（あるいは水素リッチガス）を供給する水素供給系 2 2 と、燃料電池 2 1 に酸化剤である空気を供給する空気供給系 2 3 と、燃料電池 2 1 に加湿用の水を供給する加湿手段 2 4 と、燃料電池 2 1 を冷却するための冷却手段 2 5 とを備えて構成される。

20

## 【0038】

燃料電池 2 1 は、水素が供給される水素極と酸素（空気）が供給される空気極とが電解質・電極触媒複合体を挟んで重ね合わされて発電セルが構成されるとともに、複数の発電セルが多段積層された構造を有し、電気化学反応により化学エネルギーを電気エネルギーに変換する。水素極では、水素が供給されることで水素イオンと電子に解離し、水素イオンは電解質を通り、電子は外部回路を通過して電力を発生させ、空気極にそれぞれ移動する。空気極では、供給された空気中の酸素と前記水素イオン及び電子が反応して水が生成し、外部に排出される。

## 【0039】

燃料電池 2 1 の電解質としては、高エネルギー密度化、低コスト化、軽量化等を考慮して、例えば固体高分子電解質が用いられる。固体高分子電解質は、例えばフッ素樹脂系イオン交換膜等、イオン（プロトン）伝導性の高分子膜からなるものであり、先にも述べた通り、飽和含水することによりイオン伝導性電解質として機能することから、この燃料電池 2 1 においては水を供給して加湿することが必要になる。

30

## 【0040】

水素供給系 2 2 は、高圧水素タンク 3 1、流量制御バルブ 3 2、エゼクタ 3 3、水素供給配管 3 4、水素循環配管 3 5 を備えている。そして、水素供給源である高圧水素タンク 3 1 から供給される水素ガスが、流量制御バルブ 3 2 及びエゼクタ 3 3 を通って水素供給配管 3 4 へと送り込まれ、燃料電池 2 1 の水素極へと供給されるようになっている。

## 【0041】

燃料電池 2 1 では供給された水素ガスが全て消費されるわけではなく、残った水素ガス（燃料電池 2 1 から排出される水素ガス）は、水素循環配管 3 5 を通ってエゼクタ 3 3 により循環され、新たに供給される水素ガスと混合されて、再び燃料電池 2 1 の燃料極に供給される。なお、水素を循環させることによって水素循環配管 3 5 内には不純物や窒素等が蓄積し、これが水素分圧を低下させて燃料電池 2 1 の発電効率を低下させる要因となる場合があるが、燃料電池 2 1 の出口側にはパージ弁 3 6 及びパージ配管 3 7 が設けられており、必要に応じてこれらパージ弁 3 6 やパージ配管 3 7 を通して水素循環配管 3 5 内の不純物や窒素等を除去することにより、以上のような問題が回避されるようになっている。

40

## 【0042】

空気供給系 2 3 は、空気を送り込むコンプレッサ 4 1、空気供給配管 4 2、及びスロット

50

ル 4 3 を備えている。そして、コンプレッサ 4 1 によって供給される酸化剤としての空気が、空気供給配管 4 2 より燃料電池 2 1 の空気極に供給されるようになっている。また、燃料電池 2 1 で消費されなかった酸素及び空気中の他の成分は、燃料電池 2 1 からスロットル 4 3 を介して排出されるようになっている。

#### 【0043】

加湿手段 2 4 は、加湿用の水を供給する加湿水供給通路 5 1、余分な水を回収する水回収通路 5 2、加湿用の純水を貯留する純水タンク 5 3、純水タンク 5 3 内の水を汲み上げるための加湿水供給ポンプ 5 4、及び前記空気供給系 3 によって供給される空気を加湿するための加湿器 5 5 を備えている。そして、本実施形態の燃料電池システムでは、この加湿手段 2 4 の純水タンク 5 3 として、上述した構成の純水タンク装置が用いられ、純水タンク 5 3 内に貯留した加湿水が凍結した場合には、これを速やかに解凍できるようになっている。

#### 【0044】

この純水タンク 5 3 内の加湿水は、加湿水供給ポンプ 5 4 によって汲み上げられ、加湿水供給通路 5 1 を経て加湿器 5 5 に供給され、空気の加湿に供される。また、加湿に寄与しなかった余剰の水は、水回収通路 5 2 を経て純水タンク 5 3 へと戻される。

#### 【0045】

また、固体高分子電解質型の燃料電池 2 1 は、適正な作動温度が 80℃程度と比較的低く、過熱時には冷却することが必要である。そこで、この燃料電池システムにおいては、燃料電池 2 1 を冷却する冷却手段 2 5 が設けられている。この冷却手段 2 5 は、冷媒を循環させながら燃料電池 2 1 へと供給する循環経路 6 1 及び不凍液循環ポンプ 6 2 を有し、冷媒である不凍液により燃料電池 2 1 を冷却し、これを最適な温度に維持するようになっている。循環経路 6 1 内には、放熱手段としてのラジエータ 6 3 が設けられており、燃料電池 2 1 の冷却により加熱された冷媒は、ここで冷却される。

#### 【0046】

さらに、前記循環経路 6 1 からは、純水タンク 5 3 の 2 重構造を有する外周壁内に不凍液を循環する純水タンク用循環経路 6 5 が 3 方弁 6 4 により分岐されて設けられている。この純水タンク用循環経路 6 5 も、先の循環経路 6 1 と同様、放熱手段としてラジエータ 6 3 が設けられているが、さらに、このラジエータ 6 3 をバイパスするバイパス流路 6 6 が 3 方弁 6 7 により分岐されて設けられている。このバイパス流路 6 6 には、熱交換器 6 8 が設置されており、これにより純水タンク 5 3 の外周壁内に充填された不凍液を起動時に暖機する暖機用ショート回路が構成されている。

#### 【0047】

以上の構成を有する燃料電池システムにおいては、加湿手段 2 4 の純水タンク 5 3 として上述した構成の純水タンク装置が用いられ、この純水タンク装置内に加湿水が貯留されるとともに、純水タンク 5 3 の外周壁内に充填された不凍液が起動時に暖機可能であるので、例えば極低温時に加湿水が凍結した場合には、純水タンク装置によって速やかにこれを解凍することができ、短時間での起動が可能である。

#### 【0048】

##### (第 2 の実施形態)

本実施形態は、貯水槽 1 内の純水 2 の出口配管を 2 重構造の外周壁のうちの内壁 5 と一体的に形成したものである。純水タンク装置の基本構成は先の図 1 に示すものと同様であるので、ここではその説明は省略する。

#### 【0049】

本実施形態の純水タンク装置では、図 8 に示すように、純水 2 の出口配管 1 3 の設置場所は、貯水槽 1 の 2 重構造を有する外周壁のうちの内壁 5 に沿った部分である。すなわち、出口配管 1 3 は、2 重構造の外周壁の内壁 5 に沿って貯水槽 1 の側壁部分から底壁部分へと延長され、解凍された純水 2 がこの出口配管 1 3 に導かれる構造とされている。

#### 【0050】

出口配管 1 3 は、内壁 5 と一体的に形成されていることから、前記 2 重構造の外周壁に充



填される不凍液 7 と接することになる。したがって、この出口配管 13 内で凍結した純水 2 は、不凍液 7 による暖機時に同時に解凍される。

【0051】

このように、本実施形態の純水タンク装置では、2 重構造を有する貯水槽 1 の不凍液 7 により純水 2 の再凍結防止と同時に出口配管 13 内の解凍も行うことができる。また、出口配管 13 内の再凍結も防止することができ、純水タンク装置の純水出口を確保することが可能である。

【0052】

(第 3 の実施形態)

本実施形態は、先の図 1 に示した純水タンク装置に可動ヒータの停止点 (トリガー) を付加すると共に、可動ヒータの移動を純水タンク装置コントローラによって制御するようにした例である。

【0053】

図 9 に示すように、本実施形態の純水タンク装置では、動力源 9 に純水タンク装置コントローラ (以下、単にコントローラと称す。) 14 が接続されている。また、貯水槽 1 内には、可動ヒータ 8 の停止点となるトリガー 15、16 が 2 箇所 (貯水槽 1 の右端位置と左端位置) に設けられている。その他の構成は、図 1 に示す純水タンク装置と同一である。

【0054】

前記コントローラ 14 は、貯水槽 1 内の純水 2 の解凍が必要な場合に動力源 9 を駆動して可動ヒータ 8 を移動させるとともに、例えば動力源 9 のウォームギヤ回転開始からの回転数をメモリすることにより、可動ヒータ 8 の移動変位をモニタしている。そして、モニタした可動ヒータ 8 の変位量により、可動ヒータ 8 とこれに対向する外周壁 (可動ヒータ 8 が移動する方向にあり、可動ヒータ 8 の熱源面 8a に平行な内壁 5) によって挟まれている氷の残量を検知する。氷の残量検知においては、可動ヒータ 8 の移動変位量に基づいて氷の厚みを算出し、その値から氷の体積を算出する。

【0055】

一方、可動ヒータ 8 の移動方向に関しては、トリガー 15、16 を 2 箇所に設けて可動ヒータ 8 の移動開始点及び停止点としている。可動ヒータ 8 が移動していずれかのトリガー 15、16 の位置まで達すると、動力源 9 が自動的にオフする。そして、可動ヒータ 8 が停止した時にいずれのトリガー 15、16 に位置するかにより、次の可動ヒータ 8 の移動方向が決められる。すなわち、前回の停止点が右端に位置するトリガー 15 であった場合、可動ヒータ 8 はここを開始点として図中左方向に移動する。逆に、前回の停止点が左端に位置するトリガー 16 であった場合、可動ヒータ 8 はここを開始点として図中右方向に移動する。このように、前回の停止点が次の開始点になるように設定し、前回の移動方向と次の移動方向が逆になるようにすることで、可動ヒータ 8 の無駄な動きを無くすることができる。

【0056】

本実施形態の純水タンク装置によれば、氷の残量を把握することができるので、氷と純水が混在している状態で解凍した純水の量を見積もることができる。また、前回の可動ヒータの停止位置を次の可動ヒータの解凍開始位置にする構造であるので、可動ヒータを解凍開始位置に戻すロジックを減らし無駄な動きを無くすることができる。

【0057】

(第 4 の実施形態)

本実施形態は、可動ヒータの変位量に応じて可動ヒータの下方から順次発熱量が低下するようにしたものである。すなわち、本実施形態の純水タンク装置において、可動ヒータ 8 は、独立して制御可能な複数の加熱源 (電気ヒータ等) を上下方向に並べて配置することにより、上下方向で異なった発熱量に制御することができる。解凍が進むと解凍された純水が貯水槽 1 の底部に貯留されてくるが、予め氷の残量を可動ヒータ 8 の変位量より算出し、コントローラ等によって可動ヒータ 8 の下方部分より徐々に発熱量を減らしていくことで、純水の無駄な昇温を防ぐことができる。

10

20

30

40

50

## 【0058】

図10乃至図12は、可動ヒータ8の下方部分より徐々に発熱量を減らしていく様子を示すものである。図10に示すように、解凍開始時には、可動ヒータ8の全面の加熱源をオンし（加熱源がオンされた領域を図中斜線領域として示す。）、最大発熱量で氷の解凍を開始する。図11に示すように、解凍が進行して可動ヒータ8が中間位置まで移動したら、可動ヒータ8の下方に位置する加熱源の一部をオフし、発熱量を少し下げる。さらに解凍が進行して図12に示すように氷の残量が僅かになったら、さらに可動ヒータ8の加熱源をオフし、上部の一部加熱源でのみ加熱し、発熱量を大幅に下げようにする。

## 【0059】

以上のように、本実施形態の純水タンク装置は、解凍の進行に伴って可動ヒータ8の熱量を下方から順次下げるような構造としているので、解凍された純水の無駄な昇温を抑えることができ、純水解凍のための消費エネルギーを節約することができる。また、純水の昇温を抑えることにより、例えば純水回路内に配されるイオンフィルタの性能劣化を抑えることもできる。

## 【0060】

（第5の実施形態）

本実施形態は、不凍液を加熱するヒータが貯水槽の外周壁に設置された場合の燃料電池システムの構成例である。

## 【0061】

燃料電池システムの基本的な構成は、図7に示すものと同様であるが、図11に示すように、純水タンク53に不凍液を加熱するための不凍液用ブロックヒータ71及び加熱電源72が設けられている。不凍液の温度が低下した場合には、この不凍液用ブロックヒータ71で不凍液を直接加熱することができる。このとき、純水タンク53の不凍液を2重構造を有する外周壁内に閉じ込めておけば、さらに効果的に暖機を行うことができる。

## 【0062】

不凍液を直接加熱する不凍液用ブロックヒータ71を設置することで、バイパス流路66や熱交換器68を省略することができ、不凍液を起動時に暖機する暖機用ショート回路を省略することができる。したがって、本実施形態によれば、燃料電池システムの構成を簡略化することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した純水タンク装置の一例を側面方向から見た断面図である。

【図2】前記純水タンク装置を正面方向から見た断面図である。

【図3】可動ヒータのレールへの係止状態を拡大して示す断面図である。

【図4】可動ヒータと未解凍の氷との間に水が介在した場合の伝熱の様子を示す図である。

【図5】水膜厚さと氷の融解量との関係を示す特性図である。

【図6】可動ヒータの移動の様子を示す側面方向からの断面図である。

【図7】本発明を適用した燃料電池システムの構成を概略的に示す図である。

【図8】純水の出口配管を内壁と一体化して形成した例を模式的に示す概略斜視図である。

【図9】コントローラが動力源に接続され、貯水槽内にトリガーが設けられた純水タンク装置の一例を側面方向から見た断面図である

【図10】可動ヒータの移動の様子を示す図であり、解凍開始時の様子を側面方向から見た断面図である。

【図11】可動ヒータの移動の様子を示す図であり、可動ヒータが中間位置にある状態を側面方向から見た断面図である。

【図12】可動ヒータの移動の様子を示す図であり、解凍終了前の状態を側面方向から見た断面図である。

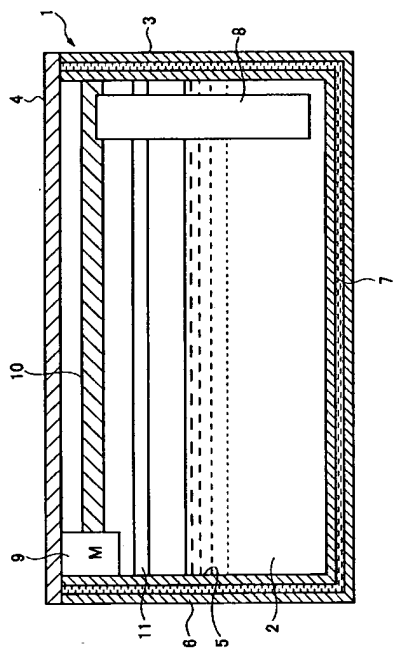
【図13】本発明を適用した燃料電池システムの他の構成例を概略的に示す図である。

【符号の説明】

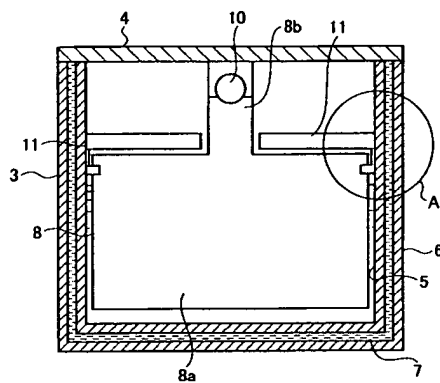
- 1 貯水槽
- 2 純水
- 3 貯水部
- 5 内壁
- 6 外壁
- 7 不凍液
- 8 可動ヒータ
- 9 動力源
- 10 回転軸
- 13 出口配管
- 14 コントローラ
- 15, 16 トリガー

10

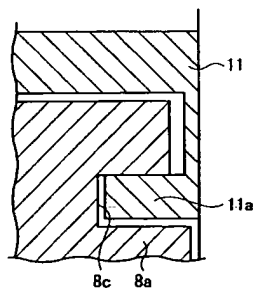
【図1】



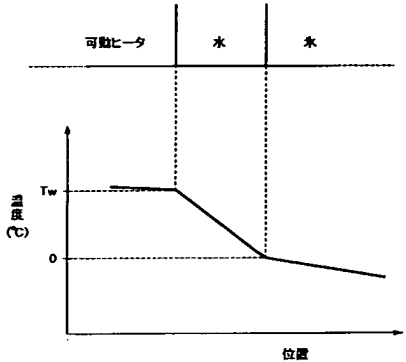
【図2】



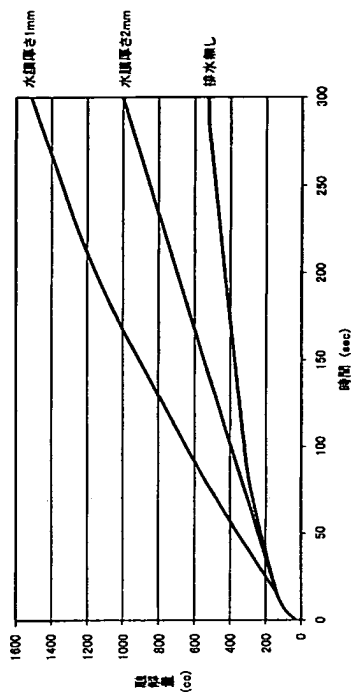
【図3】



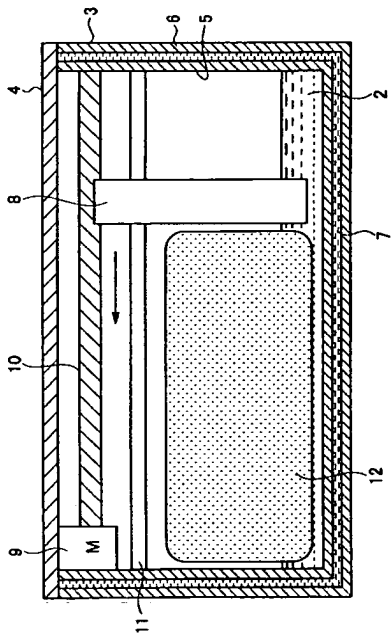
【図 4】



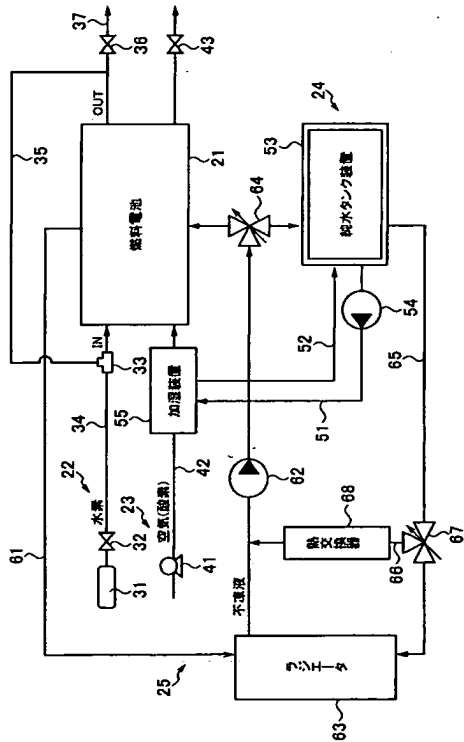
【図 5】



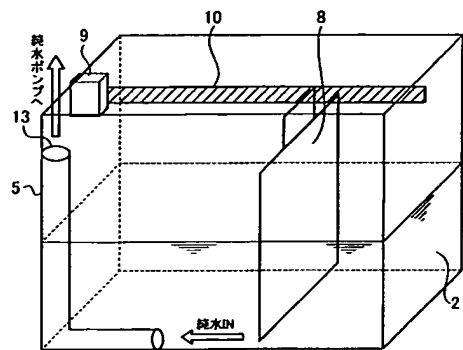
【図 6】



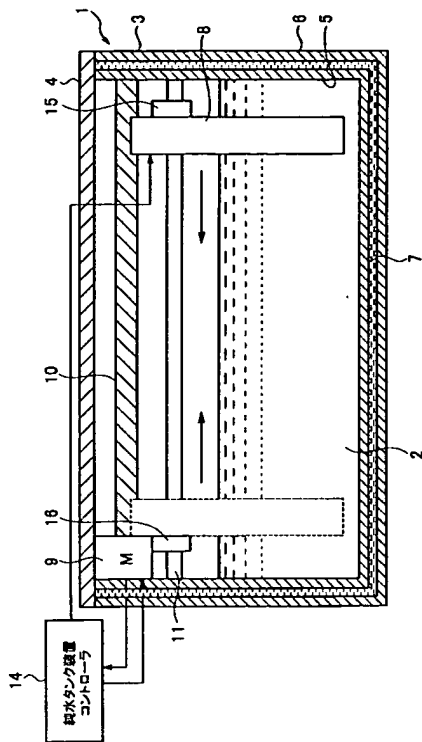
【図 7】



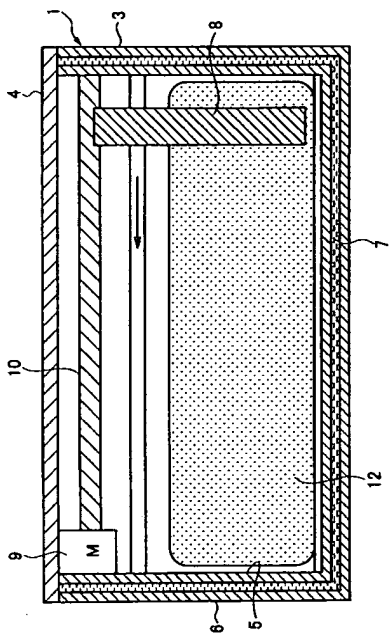
【図 8】



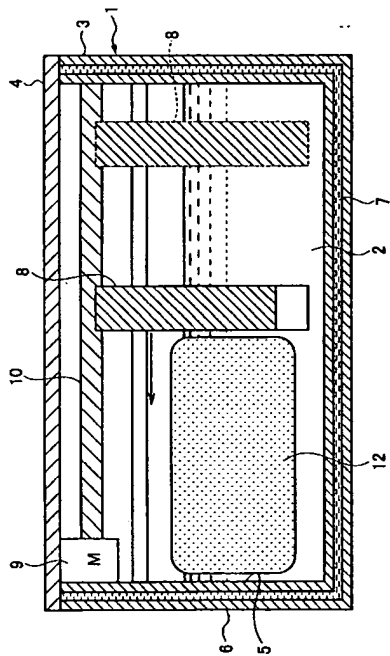
【図 9】



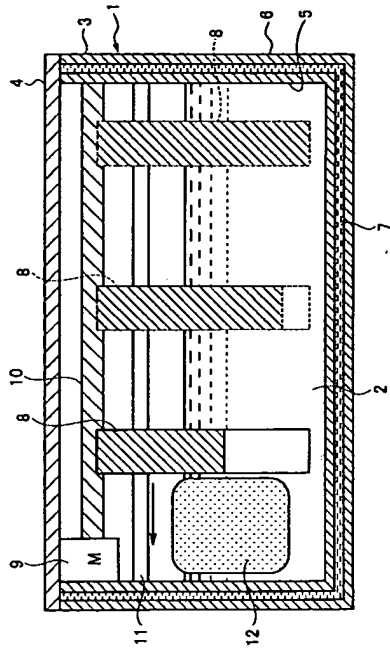
【図 10】



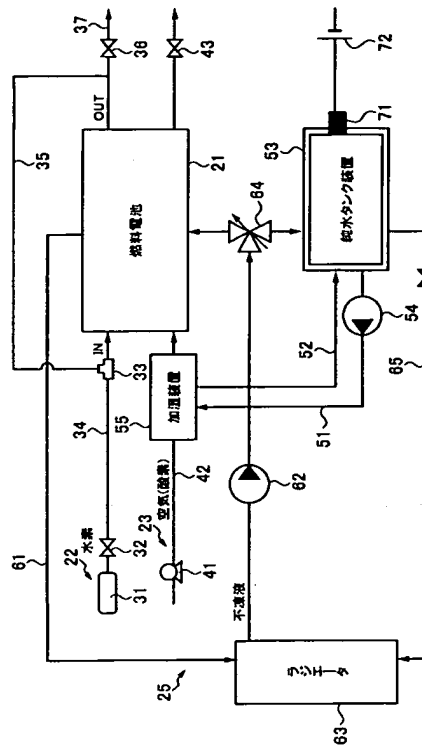
【図 11】



【図 12】



【図 13】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100101247

弁理士 高橋 俊一

(74)代理人 100098327

弁理士 高松 俊雄

(72)発明者 山田 隆裕

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 KK00 MM21 MM26